

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-353614

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 10-158974

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.06.1998

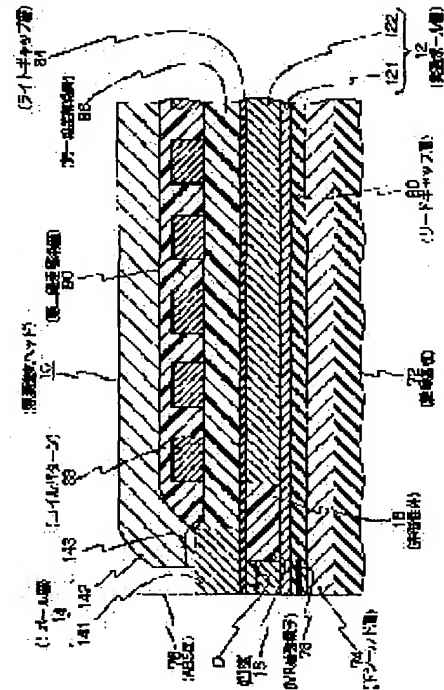
(72)Inventor : SAITO SHINSAKU  
URAI HARUO  
ISHIWATA NOBUYUKI  
SHIMABAYASHI KIYOTAKA  
NONAKA YOSHIHIRO  
TOBA TAMAKI

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC MEMORY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the gap depth between an upper pole layer and a lower pole layer and the front end width of the upper pole layer more accurate and finer.

SOLUTION: The thin-film magnetic head 10 is constituted by laminating a lower shielding layer 74, a lead gap layer 80 holding an MR magnetosensitive element 78, a common pole layer 12 and a write gap layer 84 in this order on an insulating substrate 72, laminating a first level difference elimination layer 86, a coil pattern layer 88 and a second level difference elimination layer 90 in this order on the write gap layer 84 exclusive of the part near the ABS surface 76 and laminating the upper pole layer 14 on the write gap layer 84 near the ABS surface 76 and the second level difference elimination layer 90. The common pole layer 12 of the position apart from the ABS surface 76 is provided with a recessed part 16 and a nonmagnetic material 18 is packed in the recessed part 16. The gap depth D between the upper pole layer 14 and the common pole layer 12 is regulated by the recessed part 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 3 5 3 6 1 4

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 12 月 24 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

A

C

E

審査請求 有 請求項の数 1 4 O L

(全 1 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-158974

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 6 月 8 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 斉藤 信作

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 浦井 治雄

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 石綿 延行

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

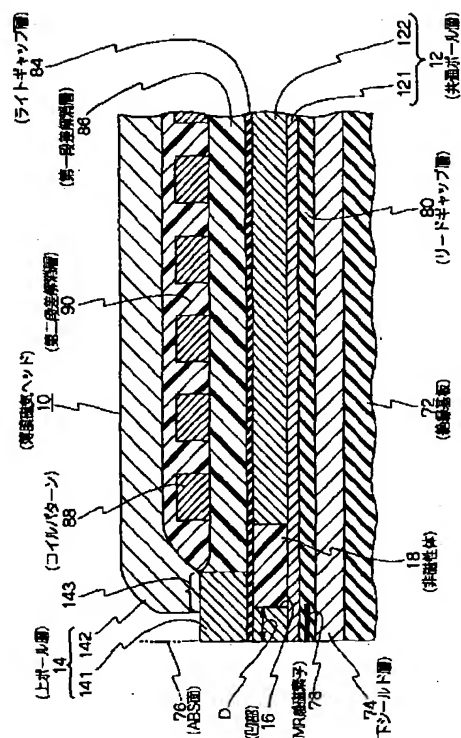
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びこれを用いた磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 上ポール層と下ポール層とのギャップ深さ、及び上ポール層先端幅を精度良く微細化する。

【解決手段】 本発明の薄膜磁気ヘッド 10 は、絶縁基板 72 上に、下シールド層 74、MR 感磁素子 78 を挟持したリードギャップ層 80、共通ポール層 12 及びライトギャップ層 84 がこの順に積層され、ABS 面 76 近傍を除くライトギャップ層 84 上に、第一段差解消層 86、コイルパターン層 88 及び第二段差解消層 90 がこの順に積層され、ABS 面 76 近傍のライトギャップ層 84 上及び第二段差解消層 90 上に上ポール層 14 が積層されてなるものである。そして、ABS 面 76 から離れた位置の共通ポール層 12 に凹部 16 が設けられ、凹部 16 に非磁性体 18 が充填され、凹部 16 によって上ポール層 14 と共通ポール層 12 との間のギャップ深さ D が規定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下ポール層上にライトギャップ層が積層され、ABS面近傍を除く前記ライトギャップ層上に、第一段差解消層、コイルパターン層及び第二段差解消層がこの順に積層され、少なくともABS面近傍の前記ライトギャップ層上に上ポール層が積層されてなる、薄膜磁気ヘッドにおいて、

ABS面から離れた位置の前記下ポール層に凹部が設けられ、この凹部に非磁性体が充填され、この凹部によって前記上ポール層と前記下ポール層との間のギャップ深さが規定されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 絶縁基板上に、下シールド層、ABS面にMR感磁素子を挟持したリードギャップ層、上シールド層と下ポール層とを兼ねる共通ポール層及びライトギャップ層がこの順に積層され、ABS面近傍を除く前記ライトギャップ層上に、第一段差解消層、コイルパターン層及び第二段差解消層がこの順に積層され、少なくともABS面近傍の前記ライトギャップ層上に上ポール層が積層されてなる、薄膜磁気ヘッドにおいて、

ABS面から離れた位置の前記共通ポール層に凹部が設けられ、この凹部に非磁性体が充填され、この凹部によって前記上ポール層と前記下ポール層との間のギャップ深さが規定されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記非磁性体が高分子樹脂である、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記非磁性体は、前記凹部内及び前記下ポール層上又は前記共通ポール層上に酸化物絶縁物質を被着し、この酸化物絶縁物質を前記下ポール層又は前記共通ポール層に達するまで平面的に研磨して形成したものである、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記凹部は、前記下ポール層又は前記共通ポール層を貫通したものである、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記凹部の前記ABS面側の淵の形状が当該ABS面に近づくにつれて狭くなっている、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記凹部の淵の形状がほぼ円形である、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 前記上ポール層は、前記ABS面に臨む先端部と、この先端部に接続部を介して接続されたヨーク部とからなり、前記凹部の淵は、前記接続部の外側に位置している、請求項6又は7記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 前記上ポール層は、前記ABS面に臨む先端部と、この先端部に接続部を介して接続されたヨーク部とからなり、前記接続部における前記ヨーク部は、前記先端部の上面及び両側面と前記ライトギャップ層とに接触している、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 前記凹部の前記ABS面側の淵から当該ABS面までの前記下ポール層又は前記共通ポール層は、前記上ポール層の先端部に対向する部分を残して、全部又は一部が除去されている、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】 前記上ポール層の先端部の少なくとも前記ライトギャップ層側は、飽和磁束密度が1.4T以上の材料からなる、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

10 【請求項12】 前記共通ポール層又は前記下ポール層の少なくとも前記リードギャップ層側及び前記凹部の内面は、飽和磁束密度が1.4T以上の材料からなる、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項12】 前記共通ポール層又は前記下ポール層の少なくとも前記リードギャップ層側は、前記凹部の内面を除き、飽和磁束密度が1.4T以上の材料からなる、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

20 【請求項13】 前記上ポール層の先端部の少なくとも前記ライトギャップ層側、前記共通ポール層又は前記下ポール層の少なくとも前記リードギャップ層側及び前記凹部の内面は、飽和磁束密度が1.4T以上の材料からなる、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項14】 請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッドと、磁気記憶媒体と、この磁気記憶媒体と前記薄膜磁気ヘッドとの間で相対運動を生じさせる駆動手段とを備えた磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明は、インダクティブ型の薄膜磁気ヘッド、及びこれを用いた磁気記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の記録密度の上昇には目覚ましいものがある。1990年以降の記録密度を見ると、年率でほぼ60%の割合で上昇する傾向にある。ハードディスク装置の記録密度を向上させるには、磁気ヘッドのトラック幅を狭くすることにより、記録トラック密度を向上させる必要がある。さらに、記録密度の向上のためには、記録ビット密度の向上も同程度に重要である。記録ビット密度の向上に対しては、磁気記憶媒体の抗磁力(Hc)の増大が必要であるが、高Hcの磁気記憶媒体への書き込みには記録能力の高いインダクティブ記録ヘッドが必要となる。さらに、微小な記録ビットからの信号を効率よく検出するためには、MR再生ヘッドが必要となる。したがって、MR再生ヘッドとインダクティブ記録ヘッドとを組み合わせた、MR・インダクティブ複合型の薄膜磁気ヘッドが高密度記録に対して有望である。

50 【0003】図19は、従来の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0004】従来の薄膜磁気ヘッド70は、絶縁基板72上に、下シールド層74、ABS面76にMR感磁素子78を挟持したリードギャップ層80、上シールド層と下ポール層とを兼ねる共通ポール層82及びライトギャップ層84がこの順に積層され、ABS面76近傍を除くライトギャップ層84上に、第一段差解消層86、コイルパターン層88及び第二段差解消層90がこの順に積層され、ABS面76近傍のライトギャップ層84上及び第一段差解消層86上並びに第二段差解消層90上に上ポール層92が積層されてなる。

【0005】共通ポール層82は、MR再生ヘッドの再生分解能を向上させる上シールド層と、インダクティブ記録ヘッドの下ポール層との役割を兼ねている。MR感磁素子78は、ABS面76で対向する図示しない磁気記憶媒体からの信号磁界を検出する。ライトギャップ層84の膜厚は、インダクティブ記録ヘッドのギャップとなる。第一段差解消層86はコイルパターン層88の絶縁土台となり、第二段差解消層90はコイルパターン層88の凹凸を解消する。ABS面76近傍におけるライトギャップ層84上の第一段差解消層86のない部分は、インダクティブ記録ヘッドのギャップ深さDを規定する。記録トラック幅は、上ポール層92の先端幅W（図示せず）により決定される。なお、先端幅Wとは、上ポール層92のABS面（先端部）における図面に垂直な方向での幅のことであり、図2等に図示されている。

【0006】高密度記録時の記録能力を高めるためには、ギャップ深さDを1 $\mu$ m程度以下に小さくする必要がある。また、高記録密度に対応するためには、できるだけ狭い先端幅Wを持つ上ポール層92を実現することが必要である。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】必要なギャップ深さDを形成するためには、ギャップ深さDを規定する第一段差解消層86を、ABS面76側にかなり接近させなければならない。そのため、従来の薄膜磁気ヘッド70では、上ポール層92をフレームメッキ法で形成するためのレジストフレームパターン（図示せず）を形成するときに、次のような問題があった。

【0008】第一段差解消層86、コイルパターン層88及び第二段差解消層90が順次積層された後、レジストフレームパターンが形成される。このとき、先端部において、ライトギャップ層84と第二段差解消層90との間には大きな段差が生じている。そのため、先端部におけるレジストフレームパターンのレジスト膜厚が例えば10 $\mu$ m以上になってしまう。また、第一段差解消層86の先端は曲面形状になっている。そのため、その曲面に露光時の光が反射することにより、レジストフレームパターンがオーバー露光になりやすい。

【0009】このように、上ポール層92の先端部を形

成するためのレジストフレームパターンは、膜厚が大きかつオーバー露光になりやすい。したがって、必要なギャップ深さDを得ようとすると、必要な先端幅Wが得にくくなる。

#### 【0010】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、ギャップ深さD及び先端幅Wを精度良く微細化することができる薄膜磁気ヘッド、及びこれを用いた磁気記憶装置を提供することにある。

#### 10 【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の薄膜磁気ヘッドは、下ポール層上にライトギャップ層が積層され、ABS面近傍を除くライトギャップ層上に、第一段差解消層、コイルパターン層及び第二段差解消層がこの順に積層され、少なくともABS面近傍のライトギャップ層上に上ポール層が積層されてなるものである。そして、ABS面から離れた位置の下ポール層に凹部が設けられ、この凹部に非磁性体が充填され、この凹部によって上ポール層と下ポール層との間のギャップ深さが規定されている。

20 【0012】ギャップ深さは、ABS面から第一段差解消層の先端までの距離によって規定されるのではなく、ABS面から凹部の淵までの距離によって規定される。凹部は平坦な下ポール層に形成されるので、凹部を形成するためのフォトリソグラフィ技術における問題点は生じない。また、上ポール層の先端部を形成するためのレジストフレームパターンは、第一段差解消層をABS面から十分に離すことができるので、膜厚が大きくなった

30 【0013】請求項2記載の薄膜磁気ヘッドは、絶縁基板上に、下シールド層、ABS面にMR感磁素子を挟持したリードギャップ層、上シールド層と下ポール層とを兼ねる共通ポール層及びライトギャップ層がこの順に積層され、ABS面近傍を除くライトギャップ層上に、第一段差解消層、コイルパターン層及び第二段差解消層がこの順に積層され、少なくともABS面近傍のライトギャップ層上に上ポール層が積層されてなるものである。そして、ABS面から離れた位置の前記共通ポール層に凹部が設けられ、この凹部に非磁性体が充填され、この凹部によって上ポール層と下ポール層との間のギャップ深さが規定されている。すなわち、請求項2記載の薄膜磁気ヘッドは、MR再生ヘッドとインダクティブ記録ヘッドとを組み合わせ、MR・インダクティブ複合型の薄膜磁気ヘッドである。

40 【0014】請求項3乃至13記載の薄膜磁気ヘッドは、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、構成要素の一部を限定したものである。請求項14記載の磁気記憶装置は、請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッドを用いたものである。

#### 50 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明に係る実施形態を説明する。ただし、全図において、同一部分には同一符号を付すこととし、これにより重複説明を省略する。

【0016】図1及び図2は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第一実施形態（基本構成）を示し、図1は図2におけるI-I線縦断面図、図2は一部を省略した斜視図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0017】本実施形態の薄膜磁気ヘッド10は、絶縁基板72上に、下シールド層74、ABS面76にMR感磁素子78を挟持したリードギャップ層80、上シールド層と下ポール層とを兼ねる共通ポール層12及びライトギャップ層84がこの順に積層され、ABS面76近傍を除くライトギャップ層84上に、第一段差解消層86、コイルパターン層88及び第二段差解消層90がこの順に積層され、ABS面76近傍のライトギャップ層84上及び第二段差解消層90上に上ポール層14が積層されてなるものである。そして、ABS面76から離れた位置の共通ポール層12に凹部16が設けられ、凹部16に非磁性体18が充填され、凹部16によって上ポール層14と共通ポール層12との間のギャップ深さDが規定されている。ギャップ深さDは図1に、先端幅Wは図2にそれぞれ示す。

【0018】MR感磁素子78、下シールド層74、リードギャップ層80、上シールド層としての共通ポール層12等により、MR再生ヘッドが構成されている。下ポール層としての共通ポール層12、ライトギャップ層84、第一段差解消層86、コイルパターン層88、第二段差解消層90、上ポール層14等により、インダクティブ記録ヘッドが構成されている。共通ポール層12は、下側の共通ポール層121と上側の共通ポール層122とからなり、共通ポール層122の一部が貫通して凹部16となっている。上ポール層14は、ABS面76に臨む先端部141と、先端部141に接続するヨーク部142とからなる。先端部141とヨーク部142とは、接続部143を介して接続されている。凹部16には、レジストからなる非磁性体18が平坦に埋め込まれている。共通ポール層122の表面と非磁性体18の表面とは、面一になっている。先端部141及び共通ポール層12には、飽和磁束密度(Bs)が1.4~2.1Tの高Bs材料が使用されている。

【0019】ギャップ深さDは、ABS面76から第一段差解消層86の先端までの距離によって規定されるのではなく、ABS面76から凹部16の淵までの距離によって規定される。凹部16は、平坦な下ポール層としての共通ポール層12に形成される。そのため、凹部16を形成するフォトリソグラフィ技術では、特に問題点は生じない。また、先端部141を形成するためのレジストフレームパターン（図示せず）は、第一段差解消層86を積層する前の平坦な面で行うため、フォトリソグ

ラフィ技術では、特に問題無く先端部141の先端幅を精度良く微細化することが出来る。

【0020】図3乃至図5は、図1の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例を断面図である。この断面図は、図1と同様、薄膜磁気ヘッドの記録トラック幅中心部で切断したものである。以下、この図面に基づき、図1の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する。

【0021】プロセス(a) …図3(a)

まず、スライダ材料となるA12O3-TiCセラミック基板にA12O3絶縁層を設けた絶縁基板72上に、NiFe下地膜（図示せず）をスパッタ法で成膜する。続いて、露光現像工程で所定のレジストパターンを形成し、膜厚2μmのNiFeメッキ膜からなる下シールド層74をメッキ法で形成する。続いて、レジストフレームを有機溶剤で除去し、NiFe下地膜をドライエッチング法で除去する。以下、フレームメッキ法に伴う、メッキ下地の成膜及び除去並びにレジスト除去の工程は、どこでもこれと同じであるので、その説明を省略する。続いて、膜厚100nmのA12O3からなるリードギャップ層80の下側部をスパッタ法で成膜し、磁気記憶媒体より信号磁界を検出するMR感磁素子78を形成する。なお、MR感磁素子78は、CoZrTa(200nm)/Ta(15nm)/NiFe(20nm)の三層構造からなるソフト・アジェイセント・レイヤMR素子である。さらに、膜厚80nmのA12O3からなるリードギャップ層80の上側部をスパッタ法で形成する。

【0022】プロセス(b) …図3(b)

下側の共通ポール層121のレジストフレームパターンを露光現像工程で形成し、膜厚1μmのNiFeメッキ膜からなる共通ポール層121をフレームメッキ法により形成する。

【0023】プロセス(c) …図3(c)

ギャップ深さDを規定する平面的に矩形状の凹部16を形成するために、矩形のレジストパターンを露光現像工程で形成し、膜厚3.0μmのNiFeメッキ膜からなる上側の共通ポール層122をメッキ法で形成する。メッキ終了後、矩形のレジストパターンを除去することにより、凹部16が形成される。

【0024】プロセス(d) …図4(d)

凹部16の部分にレジストからなる非磁性体18を埋め込むために、共通ポール層122の1.5倍の膜厚のレジストパターンを露光現像工程で形成する。続いて、オープン又はホットプレートを用い100~120℃かつ30分の熱処理によりレジストを軟化させ、これにより凹部16内部をレジストで埋め込む。続いて、さらに250~270℃かつ30分で熱硬化させる。この時点で、共通ポール層122の上部とレジストの上部とは、ほぼ平坦になる。

【0025】プロセス(e) …図4(e)

膜厚350nmのA12O3膜をスパッタ法で成膜する

10

20

30

40

50

ことにより、ライトギャップ層84を形成する。

【0026】プロセス(f) …図4(f)

膜厚4 $\mu$ mかつトラック幅(先端幅W)1 $\mu$ mの上ポール層14を実現するため、NiFeメッキ膜からなる先端部141をフレームメッキ法により形成する。

【0027】プロセス(g) …図5(g)

先端部141の膜厚とほぼ等しい膜厚の第一段差解消層86を、レジストパターンを露光現像工程で形成する。続いて、オープン又はホットプレートで100~120℃かつ30分の熱処理によりレジストを軟化させ、さら

【0028】プロセス(h) …図5(h)

所定の形状のレジストパターンを露光現像工程で形成した後、膜厚4.5 $\mu$ mのCuメッキ膜からなるコイルパターン88をメッキ法により形成する。

【0029】プロセス(i) …図5(i)

レジストパターンを露光現像工程で所定の形状に形成することにより、第二段差解消層90形成する。続いて、オープン又はホットプレートで100~120℃かつ30分の熱処理によりレジストを軟化させ、さらに250~270℃かつ60分でレジストを熱硬化させる。

【0030】プロセス(j) …図1

先端部141の後方の接続部143にヨーク部142が重なるように、ヨーク部142を形成するレジストフレームパターンを露光現像工程で形成する。続いて、フレームメッキ法により、先端部141より厚い膜厚4 $\mu$ mのNiFe膜からなるヨーク部142をメッキ法で形成する。

【0031】図6は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第二実施形態(ラップ平坦化)を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0032】図3(c)のプロセスの後に、図6(a)で示すように、共通ポール層122上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜181をスパッタ法で成膜する。続いて、図6(b)で示すように、共通ポール層122の表面が出るまでAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜181をラップ加工で研磨することにより、共通ポール層122を平坦化するとともに非磁性体182を形成する。これにより、共通ポール層122の表面と非磁性体182の表面とが面一となる。したがって、上ポール層14の先端部141を形成するためのレジストフレームパターン幅の寸法精度を上げることができるので、上ポール層14の狭トラック幅化が容易に実現できる。

【0033】図7は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第三実施形態(貫通凹部)を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。なお、図7以降の図面では、すべて絶縁基板72を省略する。

【0034】図3(a)のプロセスの後に、図7に示すように、一層のみの共通ポール層123を形成し、貫通

した凹部16を形成する。なお、凹部16の広さ(底面積)を狭くすれば、磁気抵抗を低減できる。本実施形態によれば、共通ポール層123の形成プロセスが一工程省略でき、これにより製造コストも低減できる。

【0035】図8は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第四実施形態(凹部コーナ形状)を一部を省略して示す平面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0036】図3(c)で示したプロセスにおいて、共通ポール層122に設けられた凹部16の水平方向の断面形状は矩形である。これに対して、本実施形態における凹部161は、図8に示すように、凹部161のABS面76側の淵の形状がABS面76に近づくにつれて狭くなっている。これにより、磁気抵抗を下げるができる。このとき、接続部143aは、凹部161の外形より小さくする。これにより、磁束の漏れが制限できるので、磁気記録効率の良いインダクティブ記録ヘッドが得られる。

【0037】図9は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第五実施形態(凹部円形)を一部を省略して示す平面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0038】本実施形態における凹部162は、図9に示すように、水平方向の断面形状がほぼ円形になっている。これにより、磁気抵抗をさらに下げることができる。このとき、接続部143bは、凹部162の外形より小さい円形とする。これにより、磁束の漏れが制限できるので、磁気記録効率の良いインダクティブ記録ヘッドが得られる。

【0039】図10は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第六実施形態(接続部かぶさり)を示し、図10(a)は一部を省略して示す正面図、図10(b)は図10

(a)におけるX-X線縦断面図、図10(c)は一部を省略して示す平面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0040】ヨーク部142aは、接続部143c、143dを介して先端部141に接続されている。接続部143cは先端部141の上面であり、接続部143dは先端部141の両側面である。つまり、ヨーク部142aは、先端部141の外周を覆い、ライトギャップ層84にも接触している。本実施形態によれば、接続部における接触面積が大きいので、接続部での磁気抵抗を下げるができる。また、ヨーク部142aと先端部141とを接続する接続精度に対して十分な余裕がある。

【0041】図11は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第七実施形態(共通ポール層トリム)を示し、図11

(a)は一部を省略して示す正面図、図11(b)は図11(a)におけるXI-XI線横断面図、図11(c)は図11(a)におけるXI-XI線横断面図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0042】本実施形態では、凹部16のABS面76側の淵からABS面76までの共通ポール層122は、

先端部 141 に対向する部分を残して、全部又は一部が除去されている。図 11 (b) はその第一例であり、共通ポール層 122 が除去された切欠き部 122a, 122b と、残った共通ポール層 122 からなる先端部 142c とが形成されている。切欠き部 122a, 122b は、ABS 面 76 から凹部 16 の ABS 面 76 側の淵まで達している。図 11 (c) はその第二例であり、共通ポール層 122 が除去された切欠き部 122d, 122e と、残った共通ポール層 122 からなる先端部 142f とが形成されている。切欠き部 122d, 122e は、ABS 面 76 に形成され、凹部 16 の ABS 面 76 側の淵までは達していない。本実施形態によれば、記録磁界がトラック幅方向の広がりをも最小限に制限できるので、記録トラック幅密度の向上が可能である。なお、切欠き部 122a, 122b, 122d, 122e 内には、凹部 16 と同様、非磁性体 18 が充填されている。

【0043】図 12 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第八実施形態（高Bs材料：上ポール層先端一部）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0044】近年、磁気ヘッドの高密度化に伴い、磁気記憶媒体の高Hc化が進んできている。高Hc媒体に飽和記録できる記録ポールの高Bs材料として、CoZrTa (Bs=1.4~1.6T) 又はCoNiFe (Bs=1.8~2.1T) 等がある。これらの高Bs材料のBsは、普通の磁性材料であるNiFeが1.0Tであるのに対して、1.4~2.1Tもある。以下、Bs=1.4~2.1Tの材料を高Bs材料と総称する。

【0045】本実施形態では、先端部 141 を先端部下側 141a と先端部上側 141b との積層構造とし、ライトギャップ層 84 側の先端部下側 141a を、高Bs材料を用いてメッキ法又はスパッタ法で形成する。メッキ法を用いた場合は、先端部下側 141a の高Bs材料メッキと先端部上側 141b のNiFeメッキとで共通のメッキフレームパターンを用い、0.3μmのCoNiFeと2.7μmのNiFeとを連続してメッキする。スパッタ法を用いた場合は、先端部下側 141a を形成する部分以外に露光現像工程でカバーレジストパターンを形成後、スパッタ工程で0.3μmのCoNiFeを成膜する。続いて、前記カバーレジストパターンを有機溶剤等で除去することにより、先端部下側 141a を形成する。続いて、フレームメッキ法で2.7μmのNiFeからなる先端部上側 141b を形成する。本実施形態によれば、高Hc媒体に飽和記録できるため、狭トラック記録に適した磁気ヘッドを提供することが可能である。なお、高Bs材料を使った場合の効果は、以下同様である。

【0046】図 13 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第九実施形態（高Bs材料：上ポール層全体）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0047】本実施形態では、上ポール層 14 の先端部

141c 全体を高Bs材料で形成している。本実施形態によれば、先端部 141c 全体が高Bs材料で形成されているため、磁気記録能力の増大が図れる。

【0048】図 14 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十実施形態（高Bs材料：上側共通ポール層）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0049】本実施形態では、共通ポール層 122g を高Bs材料を用いてメッキ法又はスパッタ法で形成している。先端部下側 141a 及び先端部上側 141b に関しては、第八実施形態で説明した方法で形成する。共通ポール層 122g 及び先端部 141 に高Bs材料を用いることにより、オーバーライトの特性を向上させることができる。

【0050】図 15 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十一実施形態（高Bs材料：共通ポール層、凹部内有り）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0051】本実施形態では、共通ポール層 122 が共通ポール層下側 122h と共通ポール層上側 122i との二層構造になっている。共通ポール層上側 122i は、凹部 16 形成後に、高Bs材料を用いてメッキ法又はスパッタ法で形成され、凹部 16 の内面にも形成される。また、先端部下側 141a 及び先端部上側 141b に関しては、第八実施形態で説明した方法で形成する。本実施形態によれば、凹部 16 の内部の側面及び底面と先端部下側 141a とが連続して高Bs材料で形成されるため、凹部 16 で磁束が途切れることがなく、効率よく流れる効果がある。

【0052】図 16 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十二実施形態（高Bs材料：共通ポール層、凹部内無し）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0053】本実施形態では、共通ポール層 122 が共通ポール層下側 122h と共通ポール層上側 122j との二層構造となっている。共通ポール層下側 122h は膜厚 2.7μm のNiFeからなり、共通ポール層下側 122h は膜厚 300nm の高Bs材料からなり、これらは連続してメッキ法により形成される。また、先端部歯科側 141a と先端部上側 141b とに関しては、第八実施形態で説明した方法で形成する。本実施形態によれば、共通ポール層下側 122h と共通ポール層上側 122j とのレジストフレームパターンの形状が同じであるため、新たなレジストフレームパターンを形成することなく高Bsの共通ポール層上側 122j をメッキ工程で形成することができる。そのため製造コストの低減になる。

【0054】図 17 は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十三実施形態（高Bs材料：全部）を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0055】本実施形態では、共通ポール層 121k,



122k及び先端部141dの全体が、高Bs材料のメッキ法又はスパッタ法で形成されている。本実施形態によれば、磁気記録能力をより増大できる。

【0056】図18は本発明に係る薄膜磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置の一実施形態を示す概略構成図である。以下、この図面に基づき説明する。

【0057】本実施形態の磁気記憶装置30は、第一実施形態の薄膜磁気ヘッド10、磁気記憶媒体32、磁気記憶媒体32を回転させるスピンドルモータ34、薄膜磁気ヘッド10を磁気記憶媒体32上で移動させるボイスコイルモータ36、図示しない上位装置からの指令に基づき動作する制御部38等によって構成されている。制御部38は、スピンドルモータ34及びボイスコイルモータ36を駆動するとともに、薄膜磁気ヘッド10によって磁気記憶媒体32に対しデータの記録・再生を行う。

【0058】本実施形態の磁気記録装置は、薄膜磁気ヘッド10を用いているので、記録トラック幅が1.2 $\mu$ m以下である。このトラック幅で実現できる記録密度は4Gビット/(インチ)<sup>2</sup>以上である。そのため、3.5インチ $\phi$ ディスクを用いれば、1枚あたり5Gバイト以上の高記録密度を有する磁気記録装置が容易に提供できる。

【0059】なお、本発明は、いうまでもなく、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、MR・インダクティブ複合型の薄膜磁気ヘッドに限らず、インダクティブ型のみからなる薄膜磁気ヘッド、MR型以外の再生ヘッドとインダクティブ型の記録ヘッドとの複合型薄膜磁気ヘッド等でもよい。また、下シールド層としては、NiFeのメッキ膜に限らず、例えばFeAlSi、CoZrTa、FeTa<sub>2</sub>N等のスパッタ膜でもよい。

#### 【0060】

【発明の効果】本発明に係る薄膜磁気ヘッドによれば、ABS面から離れた位置の下ポール層又は共通ポール層に凹部が設けられ、この凹部に非磁性体が充填され、この凹部によってギャップ深さが規定されていることにより、ABS面から第一段差解消層の先端までの距離によってギャップ深さが規定されない。そのため、第一段差解消層をABS面から十分に離すことができるので、上ポール層の先端部を形成するためのレジストフレームパターンは、第一段差解消層等の段差によって膜厚が大きくなったり、第一段差解消層等の反射光によってオーバ露光になったりすることがない。したがって、ギャップ深さ及び先端幅を精度良く微細化することができる。

【0061】例えば、上ポール層の先端部を形成するためのレジストフレームパターンは、膜厚が約5 $\mu$ mと薄くでき、また、平坦な部分で形成できる。その結果、Hgのi線による縮小投影露光機方式を本発明に適用すると、上ポール層の先端幅で規定している記録トラック幅

を1.0 $\mu$ m以下にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第一実施形態（基本構成）を示す、図2におけるI-I線縦断面図である。

【図2】図1の薄膜磁気ヘッドを示す、一部を省略した斜視図である。

【図3】図1の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例を示す断面図であり、図3(a)、図3(b)、図3(c)の順に工程が進行する。

【図4】図1の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例を示す断面図であり、図4(d)、図4(e)、図4(f)の順に工程が進行する。

【図5】図1の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例を示す断面図であり、図5(g)、図5(h)、図5(i)の順に工程が進行する。

【図6】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第二実施形態（ラップ平坦化）における製造方法を示す断面図であり、図6(a)、図6(b)の順に工程が進行する。

【図7】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第三実施形態（貫通凹部）を示す断面図である。

【図8】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第四実施形態（凹部コーナ形状）を一部を省略して示す平面図である。

【図9】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第五実施形態（凹部円形）を一部を省略して示す平面図である。

【図10】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第六実施形態（接続部かぶさり）を示し、図10(a)は一部を省略して示す正面図、図10(b)は図10(a)におけるX-X線縦断面図、図10(c)は一部を省略して示す平面図である。

【図11】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第七実施形態（共通ポール層トリム）を示し、図11(a)は一部を省略して示す正面図、図11(b)は図11(a)におけるXI-XI線横断面図、図11(c)は図11(a)におけるXI-XI線横断面図である。

【図12】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第八実施形態（高Bs材料：上ポール層先端一部）を示す断面図である。

【図13】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第九実施形態（高Bs材料：上ポール層全体）を示す断面図である。

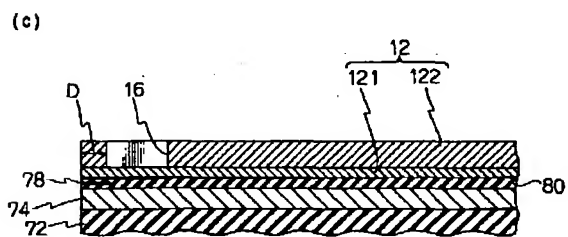
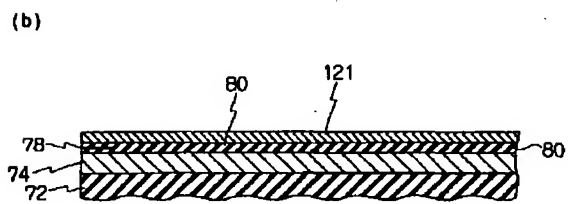
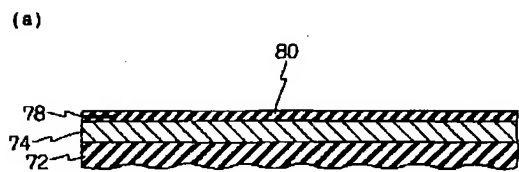
【図14】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十実施形態（高Bs材料：上側共通ポール層）を示す断面図である。

【図15】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十一実施形態（高Bs材料：共通ポール層、凹部内有り）を示す断面図である。

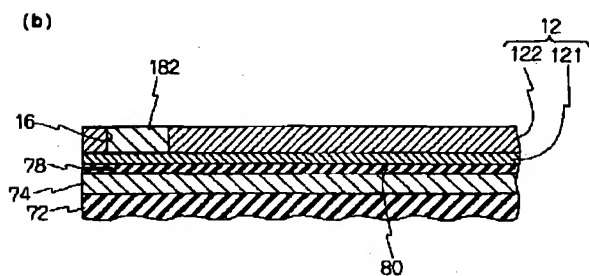
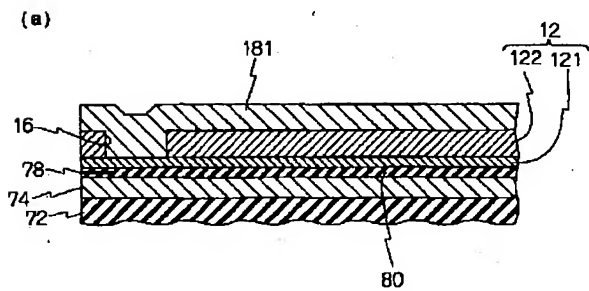
【図16】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの第十二実施形態（高Bs材料：共通ポール層、凹部内無し）を示す断面図である。



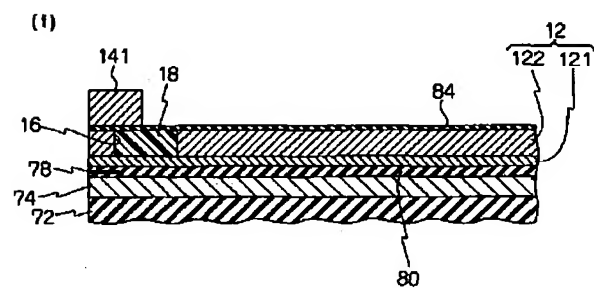
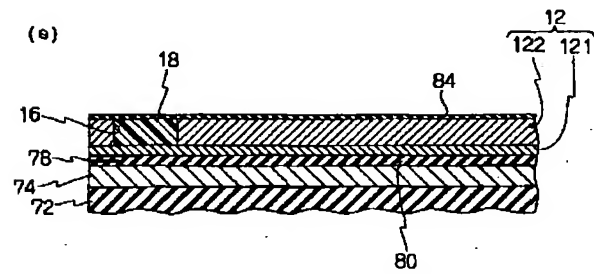
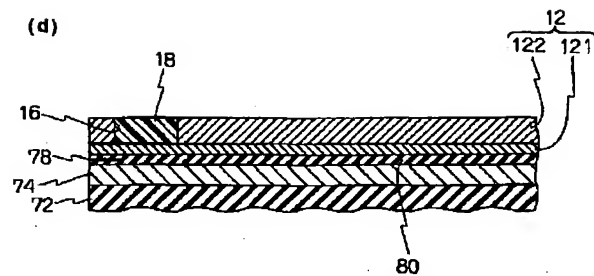
【図 3】



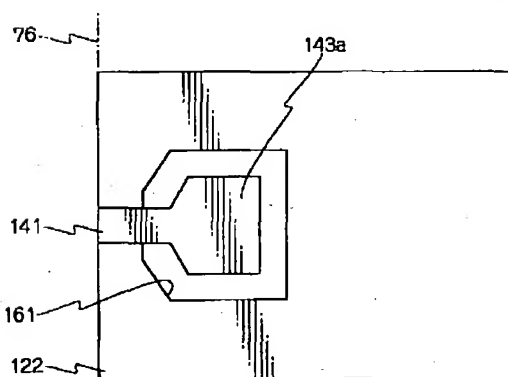
【図 6】



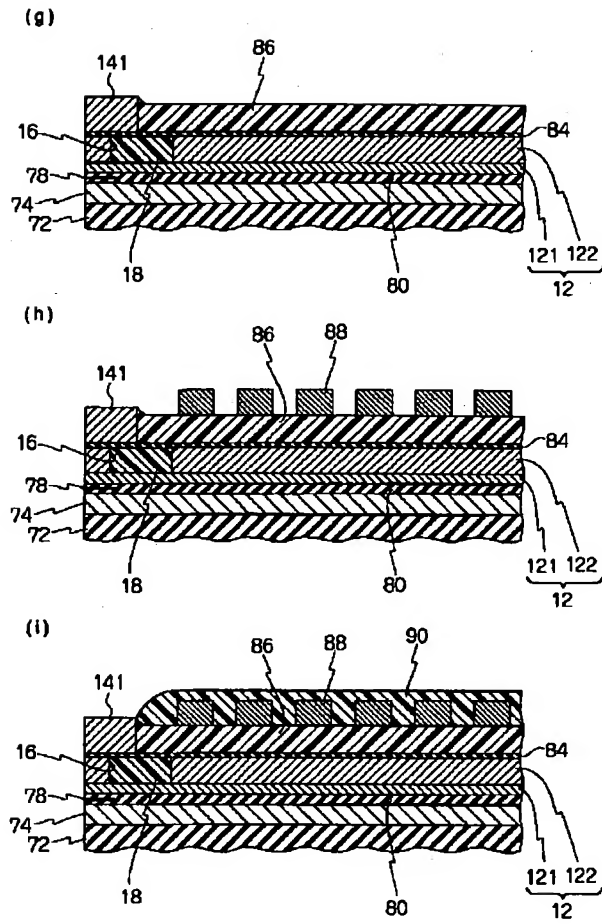
【図 4】



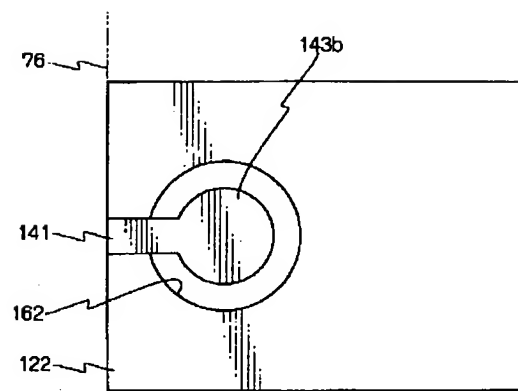
【図 8】



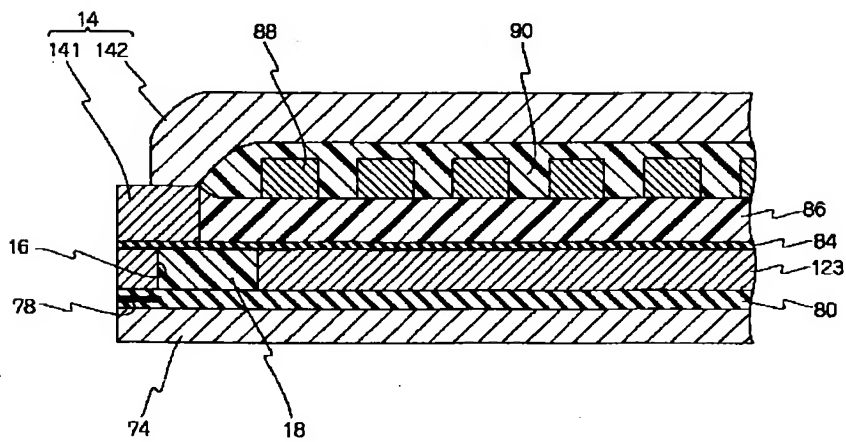
【図 5】



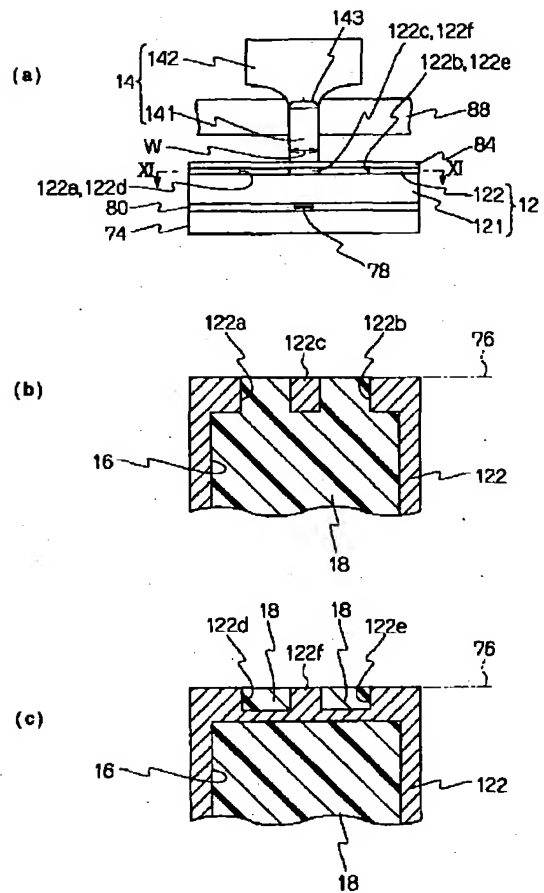
【図 9】



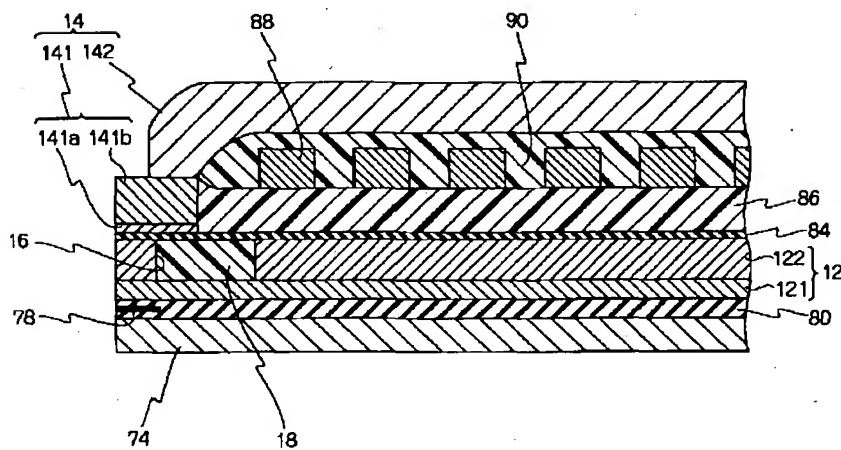
【図 7】



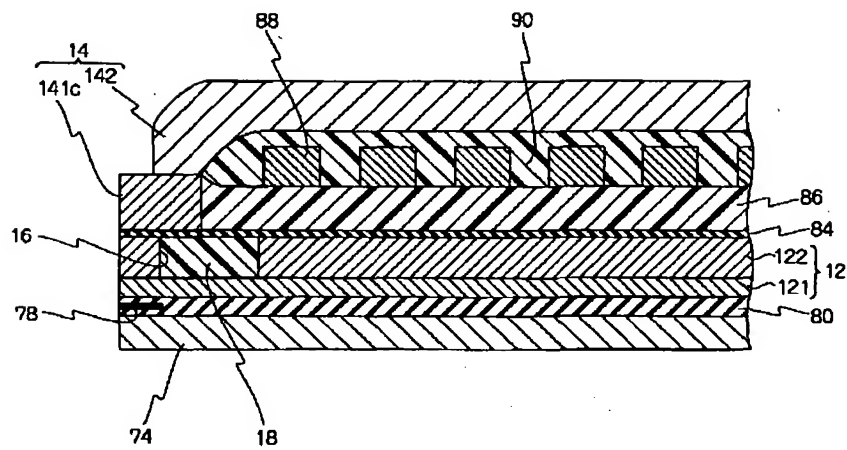
【図 1 1】



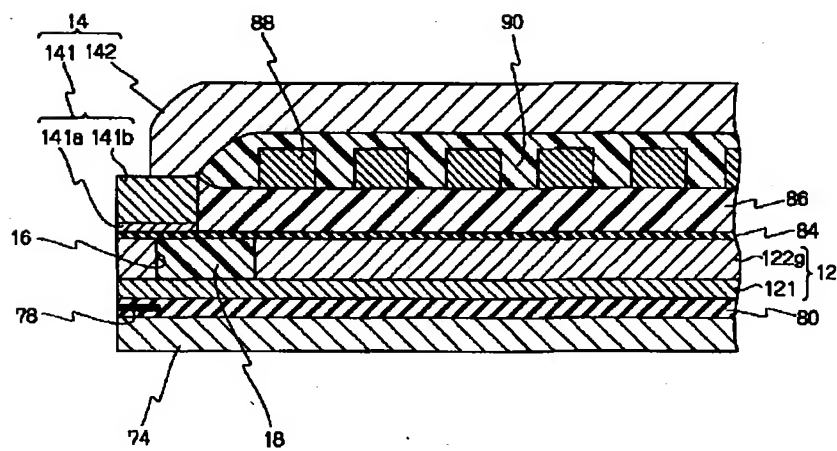
【图 12】



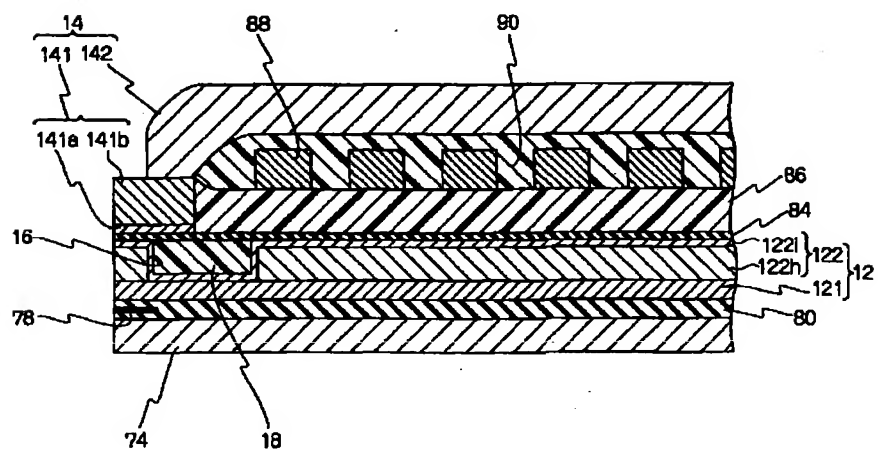
【図 13】



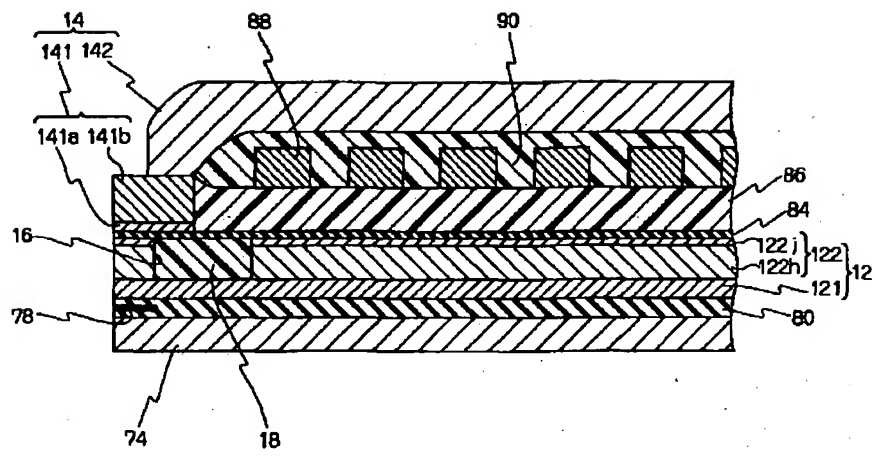
【図 14】



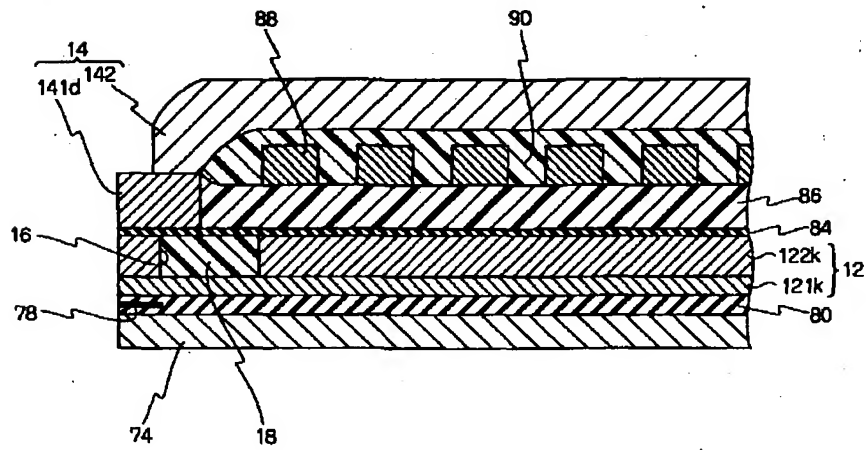
【図 15】



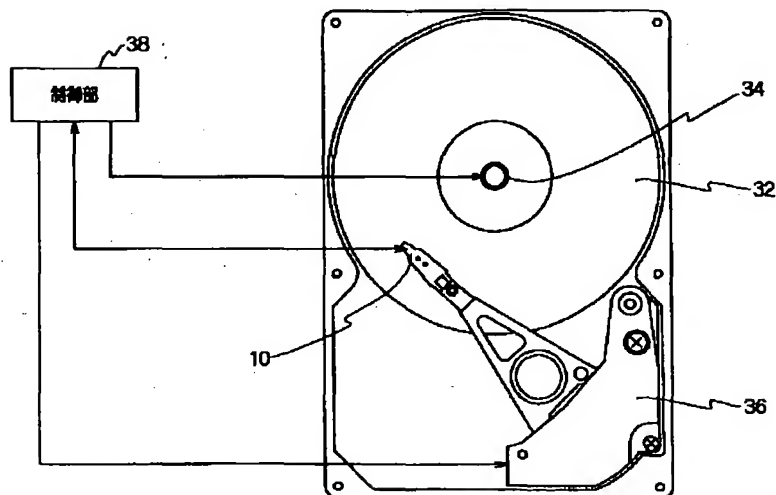
【図 1 6】



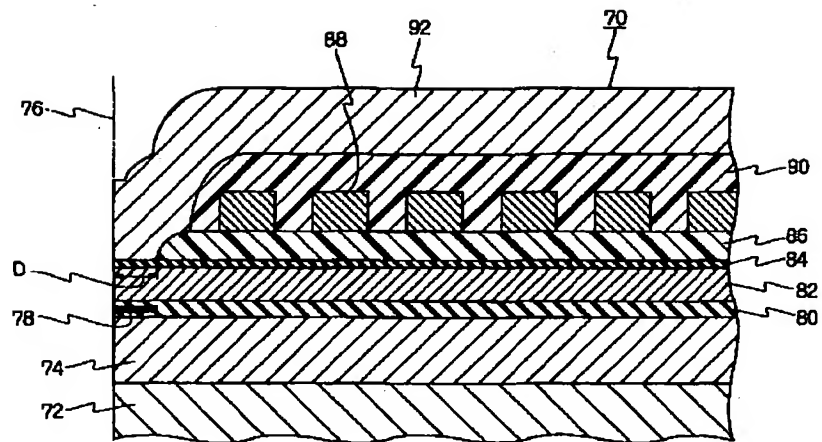
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 嶋林 清孝  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 野中 義弘  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 鳥羽 環  
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株  
式会社内